**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# УСТРОЙСТВА ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **4, 5**
Семестр: **7, 8, 9**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | 8 семестр | 9 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 12 | | | 12 | часов |
| Практические занятия | 4 | 2 | 6 | 12 | часов |
| Лабораторные занятия | | 4 | | 4 | часов |
| Курсовой проект | | 2 | 4 | 6 | часов |
| Самостоятельная работа | 56 | 53 | 62 | 171 | часов |
| Контрольные работы | | 2 | | 2 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | | 9 | | 9 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 72 | 72 | 72 | 216 | часов |
| | | | | 6 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|---|---|---|
| Экзамен | 8 | |
| Контрольные работы | 8 | 1 |
| Курсовой проект | 9 | |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 68335

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов багажа знаний и навыков, необходимых для проектирования устройств приема и обработки сигналов (УПОС).

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение разновидностей структурных схем приемников, областей их применения, преимуществ и недостатков.
2. Изучение элементов и узлов УПОС.
3. Изучение автоматических регулировок в УПОС.
4. Изучение особенностей построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме.
5. Изучение особенностей устройств приема шумоподобных сигналов.
6. Изучение теории и техники измерений технических характеристик УПОС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки.
Индекс дисциплины: Б1.О.03.10.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 68335

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики | Знает математические основы теории фильтров и преобразования частоты. Представляет физику образования шумов и нелинейных искажений различных видов и математические основы их характеризации. |
| | ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области | Умеет проектировать приемники на системном (сигнальном уровне). Умеет проектировать фильтры, усилители, преобразователи частоты, генераторы, системы автоматического регулирования. |
| | ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач | Владеет практическими навыками проектирования устройств приема и обработки сигналов и их узлов. |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПКР-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ | ПКР-1.1. Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем. | Умеет моделировать отдельные узлы приемников и приемники в целом в основных САПР, используемых в радиоэлектронной промышленности. |
| | ПКР-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования. | Практические навыки проектирования приемников и их узлов закреплены на семинарских и лабораторных занятиях и в процессе курсового проектирования. |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 7 семестр | 8 семестр | 9 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 36 | 16 | 10 | 10 |
| Лекционные занятия | 12 | 12 | | |
| Практические занятия | 12 | 4 | 2 | 6 |
| Лабораторные занятия | 4 | | 4 | |
| Курсовой проект | 6 | | 2 | 4 |
| Контрольные работы | 2 | | 2 | |

Согласована на портале № 68335

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 171 | 56 | 53 | 62 |
| Подготовка к контрольной работе | 56 | 32 | 24 | |
| Подготовка к тестированию | 16 | 8 | 6 | 2 |
| Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 32 | 16 | 16 | |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 7 | | 7 | |
| Написание отчета по курсовому проекту | 60 | | | 60 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 9 | | 9 | |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 216 | 72 | 72 | 72 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 6 | 2 | 2 | 2 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | | | | |
| 1 Области применения и задачи УПОС | 2 | - | - | - | 10 | 12 | ОПК-1, ПКР-1 |
| 2 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки | 4 | 2 | - | - | 18 | 24 | ОПК-1, ПКР-1 |
| 3 Элементы и узлы УПОС: входные цепи, селективные усилители, преобразователи частоты, детекторы | 4 | 2 | - | - | 18 | 24 | ОПК-1, ПКР-1 |
| 4 Автоматические регулировки в УПОС: автоматическая регулировка усиления, автоматическая подстройка частоты | 2 | - | - | - | 10 | 12 | ОПК-1, ПКР-1 |
| Итого за семестр | 12 | 4 | 0 | 0 | 56 | 72 | |
| **8 семестр** | | | | | | | |
| 5 Цифровые виды модуляции и манипуляции | - | - | 4 | 2 | 17 | 25 | ОПК-1, ПКР-1 |
| 6 Особенности построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме | - | 2 | - | | 18 | 20 | ОПК-1, ПКР-1 |
| 7 Особенности приема шумоподобных сигналов | - | - | - | | 18 | 18 | ОПК-1, ПКР-1 |
| Итого за семестр | 0 | 2 | 4 | 2 | 53 | 61 | |
| **9 семестр** | | | | | | | |

Согласована на портале № 68335

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект | - | 6 | - | 4 | 62 | 72 | ОПК-1, ПКР-1 |
| Итого за семестр | 0 | 6 | 0 | 4 | 62 | 72 | |
| Итого | 12 | 12 | 4 | 6 | 171 | 205 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Области применения и задачи УПОС | Место УПОС в системе связи. Области применения УПОС. Задачи УПОС. | 2 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки | Общая структурная схема приемника. Приемники прямого детектирования. Приемники прямого усиления. Супергетеродинные приемники. Выбор частоты настройки гетеродина относительно частоты сигнала, образование побочных каналов приема и борьба с ними. Инфрадинные приемники. Супергетеродины с несколькими преобразованиями частоты. Приемники прямого преобразования. Приемники прямого преобразования без ФАПЧ гетеродина. Приемники с цифровой обработкой сигналов. Программно-определяемое радио. | 4 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 68335

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Элементы и узлы УПОС: входные цепи, селективные усилители, преобразователи частоты, детекторы | Приемные антенны. Входные цепи. Схемотехника. Обеспечение избирательности по побочным каналам приема. Принципы расчета коэффициентов включения в антенную цепь и в цепь последующего каскада. Перестройка входной цепи по диапазону. Усилители радиочастоты (УРЧ). УРЧ как узел, определяющий чувствительность приемника, ограниченную шумами. Шумы в УПОС и их характеризация. Схемотехника УРЧ. Усилители промежуточной частоты. Преобразователи частоты. Нелинейные искажения в преобразователях частоты и их характеризация. Схемотехника преобразователей частоты. Балансные преобразователи частоты. Преобразователи частоты с фазовым подавлением зеркального канала. Фильтры в УПОС. Обеспечение избирательности по сосед-<br>нему каналу. Распределенная и сосредоточенная избирательность. Аппроксимации АЧХ фильтров. LC-фильтры, пьезоэлектрические фильтры, фильтры на поверхностных акустических волнах.<br>Активные фильтры. Автогенераторы и синтезаторы частоты. | 4 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Автоматические регулировки в УПОС: автоматическая регулировка усиления, автоматическая подстройка частоты | Автоматическая регулировка усиления (АРУ). Структурные схемы АРУ. Эстафетная АРУ. Основные характеристики и параметры АРУ. Принципиальные схемы узлов АРУ. Автоматическая подстройка и синтез частоты в УПОС. Системы ФАПЧ. Восстановление тактовой частоты в приемниках цифровых сигналов. | 2 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| | Итого за семестр | 12 | |
| **8 семестр** | | | |
| 5 Цифровые виды модуляции и манипуляции | Виды принимаемых сигналов: АМ, ЧМ, ФМ, PSK, FSK, QPSK, OQPSK, MSK, OFDM. | - | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | - | |

Согласована на портале № 68335

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Особенности построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме | Влияние линейных искажений сигналов в приемниках цифровых сигналов. Межсимвольная интерференция и борьба с ней. Коррекция линейных искажений. Влияние и характеризация нелинейных искажений в приемниках цифровых сигналов. Влияние шумов в приемниках цифровых сигналов. Джиттер и его характеризация. | - | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | - | |
| 7 Особенности приема шумоподобных сигналов | Прием шумоподобных сигналов с использованием корреляторов. Прием шумоподобных сигналов с использованием согласованных фильтров. | - | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | - | |
| Итого за семестр | | - | |
| **9 семестр** | | | |
| 8 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект | Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект. | - | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | - | |
| Итого за семестр | | - | |
| Итого | | 12 | |

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п. | Виды контрольных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **8 семестр** | | | |
| 1 | Контрольная работа | 2 | ОПК-1, ПКР-1 |
| Итого за семестр | | 2 | |
| Итого | | 2 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **8 семестр** | | | |
| 5 Цифровые виды модуляции и манипуляции | Изучение программно-определяемого радио | 4 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 4 | |

### 5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Согласована на портале № 68335

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 2 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки | Супергетеродинные приемники. Побочные каналы приема и борьба с ними. Приемники прямого преобразования. Приемники прямого преобразования без ФАПЧ гетеродина. | 2 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Элементы и узлы УПОС: входные цепи, селективные усилители, преобразователи частоты, детекторы | Входные цепи. Усилители. Преобразователи частоты. Нелинейные искажения в преобразователях частоты, усилителях и их характеризация. Фильтры в УПОС. Обеспечение избирательности по соседнему каналу. | 2 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| | Итого за семестр | 4 | |
| **8 семестр** | | | |
| 6 Особенности построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме | Влияние линейных искажений сигналов в приемниках цифровых сигналов. Межсимвольная интерференция и борьба с ней. Коррекция линейных искажений. Влияние и характеризация нелинейных искажений в приемниках цифровых сигналов. Влияние шумов в приемниках цифровых сигналов. Джиттер и его характеризация. | 2 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| | Итого за семестр | 2 | |
| **9 семестр** | | | |
| 8 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект | Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект. | 6 | ОПК-1, ПКР-1 |
| | Итого | 6 | |
| | Итого за семестр | 6 | |
| | Итого | 12 | |

### 5.6. Курсовой проект

Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость, а также формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость в рамках выполнения курсового проекта

| Содержание самостоятельной работы в рамках выполнения курсового проекта | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **8 семестр** | | |

Согласована на портале № 68335

| | | |
|---|---|---|
| Консультация по теме индивидуального задания на курсовой проект. | 2 | ОПК-1, ПКР-1 |
| Итого за семестр | 2 | |
| **9 семестр** | | |
| Консультации по вопросам выполнения индивидуального задания на курсовой проект. | 4 | ОПК-1, ПКР-1 |
| Итого за семестр | 4 | |
| Итого | 6 | |

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Разработка модели приемника QPSK-сигнала на уровне структурной схемы
2. Разработка модели приемника OQPSK-сигнала на уровне структурной схемы
3. Разработка модели приемника MSK-сигнала на уровне структурной схемы
4. Разработка модели приемника QAM-сигнала на уровне структурной схемы
5. Разработка программы для управления программно-управляемым приемником USRP в среде LabVIEW
6. Разработка программы для измерения характеристик узлов приемника на платформе USRP в среде LabVIEW
7. Разработка программы для измерения характеристик узлов приемника на платформе PXI в среде LabVIEW

### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| 1 Области применения и задачи УПОС | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 18 | | |
| 3 Элементы и узлы УПОС: входные цепи, селективные усилители, преобразователи частоты, детекторы | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 18 | | |

Согласована на портале № 68335

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 Автоматические регулировки в УПОС: автоматическая регулировка усиления, автоматическая подстройка частоты | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 56 | | |
| **8 семестр** | | | | |
| 5 Цифровые виды модуляции и манипуляции | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 7 | ОПК-1, ПКР-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 17 | | |
| 6 Особенности построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 18 | | |
| 7 Особенности приема шумоподобных сигналов | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 18 | | |
| Итого за семестр | | 53 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| **9 семестр** | | | | |
| 8 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект | Написание отчета по курсовому проекту | 60 | ОПК-1, ПКР-1 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 62 | | |
| Итого за семестр | | 62 | | |
| Итого | | 180 | | |

Согласована на портале № 68335

### 5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | + | Задачи и упражнения, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-1 | + | + | + | + | + | Задачи и упражнения, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Устройства приема и обработки сигналов: Конспект лекций / Э. В. Семенов - 2019. 124 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8989.

2. Устройства приема и обработки сигналов: Учебное пособие / В. П. Пушкарёв - 2012. 201 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1519.

3. Радиоприемные устройства: Учебник / В. П. Пушкарёв - 2019. 226 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9325.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Онищук А.Г., Хабеньков И.И., Амелин А.М. Радиоприемные устройства. − Минск: Новое знание, 2006. − 240 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 54 экз.).

2. Бровченко С.П., Галустов Г.Г. Устройства приема и обработки сигналов в радио-технических системах диапазона СВЧ : учебное пособие. – М.: Сайнс-Пресс, 2005. – 80 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Устройства приема и обработки сигналов: Учебно-методическое пособие / В. П. Пушкарёв - 2012. 70 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1515.

2. Прием и обработка сигналов: Учебное методическое пособие по практическим занятиям и курсовому проектированию / А. С. Шостак - 2012. 76 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1207.

3. Фазовая обработка в задачах формирования, передачи и исследования искажений сверхширокополосных сигналов: Учебное пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Э. В. Семенов - 2007. 122 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8320.

4. Исследование канала радиосвязи на базе приемо-передающего комплекса National Instruments USRP-2920: Методические указания к лабораторной работе / Э. В. Семенов - 2017. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7600.

Согласована на портале № 68335

5. Изучение цифрового частотного детектора: Методические указания к лабораторной работе / Э. В. Семенов - 2017. 4 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7590.

6. Изучение формирования импульсов в цифровой связи: Методические указания к лабораторной работе / Э. В. Семенов - 2018. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7603.

### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);

Согласована на портале № 68335

- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой APPA 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой APPA 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Согласована на портале № 68335

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой APPA 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой APPA 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1

шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

### 8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;

Согласована на портале № 68335

- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Области применения и задачи УПОС | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |

Согласована на портале № 68335

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Элементы и узлы УПОС: входные цепи, селективные усилители, преобразователи частоты, детекторы | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |
| 4 Автоматические регулировки в УПОС: автоматическая регулировка усиления, автоматическая подстройка частоты | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Цифровые виды модуляции и манипуляции | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Особенности построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |
| 7 Особенности приема шумоподобных сигналов | ОПК-1, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |

Согласована на портале № 68335

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект | ОПК-1, ПКР-1 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |

Согласована на портале № 68335

| | |
|---|---|
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что непосредственно дает переход от бинарной к квадратурной фазовой манипуляции?
   а) улучшение помехозащищенности;
   б) удвоение скорости передачи;
   в) уменьшение занимаемой в эфире полосы частот;
   г) уменьшение коэффициента ошибок.
2. Приемник прямого детектирования состоит из…
   а) фильтра, усилителя и детектора;
   б) фильтра и детектора;
   в) фильтра, смесителя, усилителя и детектора;
   г) фильтра, смесителя, гетеродина и детектора.
3. Для чего выполняется перенос несущей частоты на промежуточную в радиоприемниках?
   а) для реализации дополнительных каналов приема;
   б) для упрощения подавления соседнего канала приема;
   в) для упрощения подавления зеркального канала приема;
   г) для уменьшения собственных шумов приемника.
4. На какой частоте образуется зеркальный канал в супергетеродинных приемниках?
   а) на расстоянии двух промежуточных частот от частоты принимаемого сигнала;
   б) на промежуточной частоте;
   в) на удвоенной промежуточной частоте;
   г) на расстоянии промежуточной частоты от частоты принимаемого сигнала.
5. Приемник прямого преобразования состоит из…
   а) преобразователя частоты, фильтра, усилителя промежуточной частоты, детектора;
   б) преобразователя частоты, фильтра, усилителя частоты модуляции;
   в) преобразователя частоты, фильтра, усилителя частоты модуляции, детектора;
   г) фильтра, усилителя, детектора.
6. Фазовая автоподстройка частоты в приемнике прямого преобразования…
   а) требуется в любом случае;
   б) требуется, если преобразователь частоты выполнен квадратурным;
   в) требуется, если не используется квадратурный преобразователь частоты;
   г) не требуется.
7. Какую функцию в принципе не может выполнить входная цепь?
   а) согласование с приемной антенной;
   б) перестройка на другую частоту приема;
   в) подавление зеркального канала приема;
   г) преобразование частоты.
8. От чего зависят собственные шумы приемника?
   а) от шумов входного каскада;
   б) от шумов всех каскадов в одинаковой степени;
   в) от шумов выходного каскада;
   г) от шумов эфира.
9. Основное усиление в супергетеродинных приемниках реализуется на…
   а) радиочастоте;
   б) частоте модуляции;

Согласована на портале № 68335

в) постоянном токе;
г) промежуточной частоте.

10. Смеситель в приемнике действует как…
    а) сумматор;
    б) логарифмирующая цепь;
    в) перемножитель;
    г) цепь возведения в квадрат.
11. Точка пересечения третьего порядка характеризует…
    а) напряжение насыщения трехкаскадного усилителя;
    б) частоту среза фильтра третьего порядка;
    в) интермодуляционные нелинейные искажения в цепи;
    г) гармонические нелинейные искажения в цепи.
12. Основная избирательность супергетеродинного приемника по соседнему каналу реализуется на…
    а) радиочастоте;
    б) промежуточной частоте;
    в) частоте модуляции;
    г) постоянном токе.
13. В каких каскадах приемника автоматическая регулировка в первую очередь снижает усиление?
    а) в первом каскаде;
    б) в последнем каскаде;
    в) равномерно во всех каскадах;
    г) в первом и последнем каскадах.
14. Какого рода погрешности регулирования может допускать система фазовой автоподстройки частоты?
    а) средние частота и фаза на ее выходе могут отличаться от требуемых;
    б) средняя частота на ее выходе может отличаться от требуемой, а фаза в точности равна требуемой;
    в) средняя фаза на ее выходе может отличаться от требуемой, а частота в точности равна требуемой;
    г) средние частота и фаза на ее выходе в точности равны требуемым.
15. Взаимные помехи между двумя последовательно передающимися символами в системе цифровой связи неустранимы, если полоса пропускания приемопередающего тракта …
    а) не бесконечна;
    б) меньше частоты следования символов;
    в) меньше половины частоты следования символов;
    г ) меньше удвоенной частоты следования символов.
16. Возникшую межсимвольную интерференцию…
    а) устранить невозможно;
    б) всегда можно устранить линейной цепью;
    в) можно устранить только нелинейной цепью;
    г) в некоторых случаях можно устранить и линейной цепью, а иногда необходима нелинейная цепь.
17. Джиттер возникает вследствие…
    а) шумов в приемопередающем тракте;
    б) нелинейных искажений в приемопередающем тракте;
    в) искажения амплитудно-частотной характеристики приемопередающего тракта;
    г) искажения фазо-частотной характеристики приемопередающего тракта.
18. Системы с шумоподобными сигналами…
    а) чувствительны к многолучевой интерференции также, как и обычные;
    б) более чувствительны к многолучевой интерференции;
    в) менее чувствительны к многолучевой интерференции;
    г) не допускают наличия многолучевого распространения.
19. При передаче информации в системе с шумоподобными сигналами…
    а) каждый абонент занимает такую же полосу частот, как и в обычной системе;
    б) каждый абонент занимает большую полосу частот, чем в обычной системе;

Согласована на портале № 68335

в) каждый абонент занимает меньшую полосу частот, чем в обычной системе;
г) занимаемую системой связи полосу частот определить невозможно.

20. Синхронная демодуляция шумоподобного сигнала осуществляется при помощи…
а) коррелятора;
б) согласованного фильтра;
в) преобразователя частоты;
г) фильтра Найквиста.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Модуляция OFDM.
2. Семейство форматов модуляции CPM.
3. Семейство форматов модуляции PSK.
4. Способы организации коллективного доступа к эфиру.
5. Области применения и задачи УПОС.
6. Приемники прямого детектирования.
7. Приемники прямого усиления.
8. Приемники с преобразованием частоты. Их общие преимущества.
9. Супергетеродинные приемники.
10. Супергетеродинные приемники.
11. Побочные каналы приема в супергетеродине и борьба с ними.
12. Инфрадин.
13. Супергетеродины с несколькими преобразованиями частоты.
14. Приемники прямого преобразования.
15. Устройство приемников прямого преобразования без ФАПЧ гетеродина.
16. Программно-определяемое радио.
17. Приемные антенны.
18. Согласование с приемной антенной.
19. Входные цепи: структурная схема и варианты принципиальных схем.
20. Расчет одноконтурной входной цепи.
21. Перестройка входных цепей. Удлиненные и укороченные антенные цепи.
22. Усилители радиочастоты: требования, параметры и схемотехника.
23. Шумы в УПОС: определение чувствительности приемника; физика возникновения, закономерности накопления и характеризация шумов.
24. Усилители промежуточной частоты: требования и схемотехника.
25. Принцип действия преобразователей частоты.
26. Нелинейные искажения в тракте УПОС и их характеризация.
27. Схемотехника преобразователей частоты.
28. Преобразователи частоты с фазовым подавлением зеркального канала.
29. Автогенераторы. Обратное преобразование шумов гетеродина.
30. Распределенная основная селекция.
31. Сосредоточенная основная селекция.
32. Пьезоэлектрические фильтры сосредоточенной селекции.
33. Задачи и варианты структурных схем АРУ.
34. Основные параметры и характеристики АРУ. Простая и задержанная АРУ.
35. АРУ с прямым, обратным и комбинированным регулированием.
36. Схемы регуляторов систем АРУ.
37. Цифровая АРУ.
38. Статические и астатические системы АПЧ.
39. Следящие системы АПЧ и системы стабилизации частоты.
40. Межсимвольная интерференция. Причины возникновения и методы борьбы с ней.
41. Фильтры Найквиста. Приподнятый косинус.
42. Реализация фильтров Найквиста в УПОС с канальным кодированием «без возвращения к нулю».
43. Распределение передаточной функции фильтра Найквиста между приемником и передатчиком.
44. Использование фильтров Гаусса и Чебышева в тракте основной селекции цифровых УПОС.

Согласована на портале № 68335

45. Трансверсальные корректоры передаточной функции цифровых УПОС.
46. Корректор передаточной функции цифровых УПОС с обратной связью по решению.
47. Определение и основные характеристики джиттера.
48. Классификация составляющих джиттера.
49. Случайный джиттер. Его особенности и характеристики.
50. Детерминированный джиттер. Его особенности и характеристики.
51. Преобразователь Гильберта и его использование в цифровых УПОС.
52. Цифровые амплитудные ограничители.
53. Цифровые амплитудные детекторы.
54. Цифровые частотные и фазовые детекторы.
55. Общие особенности систем связи с шумоподобными сигналами.
56. Используемые разновидности ШПС, генерирование ШПС, ШПС-передатчик.
57. Асинхронная демодуляция ШПС.
58. Синхронная демодуляция ШПС.
59. Системы связи с прыгающей частотой.
60. Начальный поиск в ШПС-приемниках.
61. Отслеживание сигнала в ШПС-приемниках.
62. Способы формирования каналов при разнесенном приеме радиосигналов.
63. Методы комбинирования сигналов при разнесенном приеме радиосигналов.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Форматы входных сигналов приемников (BPSK, QPSK, OQPSK, DQPSK, MSK, QAM...).
2. Отличие приемников прямого преобразования и супергетеродинных приемников.
3. Зеркальный канал приема: причины образования и методы борьбы с ним.
4. Преселектор: роль и требования к параметрам.
5. Усилитель радиочастоты: роль и требования к параметрам.
6. Принцип действия преобразователя частоты.
7. Варианты реализации фильтра сосредоточенной селекции.
8. Требования к усилителю промежуточной частоты или частоты модуляции.
9. Принцип действия и место автоматической регулировки усиления в приемнике.
10. Принцип действия и место автоматической подстройки частоты в приемнике.

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Разработка модели приемника QPSK-сигнала на уровне структурной схемы
2. Разработка модели приемника OQPSK-сигнала на уровне структурной схемы
3. Разработка модели приемника MSK-сигнала на уровне структурной схемы
4. Разработка модели приемника QAM-сигнала на уровне структурной схемы
5. Разработка программы для управления программно-управляемым приемником USRP в среде LabVIEW
6. Разработка программы для измерения характеристик узлов приемника на платформе USRP в среде LabVIEW
7. Разработка программы для измерения характеристик узлов приемника на платформе PXI в среде LabVIEW

### 9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

Контрольная 1. Основные задачи УПОС, форматы входных сигналов

1. Основные задачи устройств приема и обработки сигналов.
2. По каким информативным признакам может быть селектирован сигнал передатчика?
3. Что такое чувствительность?
4. Что такое избирательность?
5. Семейство форматов модуляции PSK.
6. Семейство форматов модуляции CPM.
7. Семейство форматов модуляции FSK.
8. Модуляция OFDM.

Контрольная 2. Структурные схемы приемников

1. Структурная схема приемника прямого детектирования, его преимущества и недостатки.

Согласована на портале № 68335

2. Структурная схема приемника прямого усиления. Его преимущества и недостатки.
3. Возможные варианты настройки частоты гетеродина относительно частоты сигнала.
4. Структурная схема супергетеродинного приемника. Его преимущества и недостатки.
5. Структурная схема и основные особенности инфрадина.
6. Побочные каналы приема и борьба с ними.
7. Структурная схема приемника прямого преобразования, его преимущества и недостатки.
8. Супергетеродины с несколькими преобразованиями частоты.
9. Приемник прямого преобразования без фазовой автоподстройки частоты гетеродина.
10. Программно-определяемое радио.

Контрольная 3. Узлы приема и обработки сигналов

1. Перечень основных функциональных узлов приемника.
2. Основные разновидности приемных антенн.
3. Задачи и параметры входных цепей.
4. Варианты схемотехнической реализации входных цепей.
5. При расчете одноконтурной входной цепи что рассчитывается и исходя из каких основных критериев?
6. Расчетные формулы для коэффициентов включения контура входной цепи.
7. Особенности перестройки входной цепи по диапазону. Что такое укороченная и удлиненная антенная цепь?
8. Основные требования к УРЧ и параметры УРЧ.
9. Основные источники шума в УПОС. Какие каскады УПОС в наибольшей степени влияют на собственные шумы приемника.
10. Как количественно характеризуют собственные шумы приемника?
11. Что такое пороговая и реальная чувствительность приемника?
12. Схемотехника УРЧ.
13. Схемотехника УПЧ.
14. Назначение и принцип действия преобразователей частоты.
15. Нелинейные искажения в преобразователях частоты и их характеризация.
16. Схемотехника транзисторных преобразователей частоты.
17. Разновидности и схемотехника диодных преобразователей частоты.
18. Структурная схема и принцип действия преобразователей частоты с фазовым подавлением зеркального канала.
19. Структурная схема и основные параметры автогенератора.
20. Простейшие схемы LC-автогенераторов.
21. Автогенераторы с кварцевыми резонаторами.
22. Что такое обратное преобразование шумов гетеродина?
23. Синтезаторы частоты.
24. Варианты распределения селективных цепей по УПЧ.
25. Коэффициент прямоугольности.
26. Особенности и недостатки распределенной селекции на одинаково настроенных контурах.
27. Распределенная селекция на расстроенных контурах.
28. Зависимость АЧХ двухконтурного фильтра от коэффициента связи контуров.
29. Сосредоточенная основная селекция.
30. Основные технические требования к фильтрам сосредоточенной селекции.
31. Основные разновидности аппроксимаций АЧХ фильтров.
32. Разновидности фильтров по физическому исполнению.
33. Устройство пьезоэлектрических фильтров сосредоточенной селекции на объемных акустических волнах.
34. Устройство, принцип действия и проектирование пьезоэлектрических фильтров на поверхностных акустических волнах.
35. Активные фильтры сосредоточенной селекции.

Контрольная 4. Системы автоматики

1. Какие и для чего применяются системы автоматики в УПОС?
2. Что такое динамический диапазон приемника?
3. Закономерности накопления нелинейных искажений и шумов в УПОС.
4. Для чего предназначена АРУ в УПОС?

Согласована на портале № 68335

5. Основные параметры АРУ.
6. Структурная схема АРУ.
7. Что такое эстафетная АРУ? Что дает такое построение системы АРУ?
8. Простая и задержанная АРУ и их амплитудные характеристики.
9. Регулировочные характеристики простой, задержанной и бесшумной АРУ.
10. АРУ с прямым, обратным и комбинированным регулированием.
11. Схемы регуляторов систем АРУ.
12. Разновидности систем АПЧ.
13. Статические АПЧ.
14. Цифровая АРУ.
15. Следящая ФАПЧ.
16. Астатические по фазе системы ФАПЧ.

Контрольная 5. Особенности цифровых УПОС

1. Межсимвольная интерференция. Причины возникновения и методы борьбы с ней.
2. Фильтры Найквиста. Приподнятый косинус.
3. Реализация фильтров Найквиста в УПОС с канальным кодированием «без возвращения к нулю».
4. Распределение передаточной функции фильтра Найквиста между приемником и передатчиком.
5. Корректор передаточной функции цифровых УПОС с обратной связью по решению.
6. Трансверсальные корректоры передаточной функции цифровых УПОС.
7. Классификация составляющих джиттера.
8. Определение и основные характеристики джиттера.
9. Случайный джиттер. Его особенности и характеристики.
10. Детерминированный джиттер. Его особенности и характеристики.

### 9.1.6. Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

1. Выбор порядка фильтра для обеспечения заданной избирательности.
2. Расчет входной цепи.
3. Расчет коэффициента шума усилителя радиочастоты.
4. Расчет нелинейных искажений сигналов по заданной точке компрессии.
5. Расчет простого усилительного каскада.
6. Расчет формы символьного импульса и межсимвольной интерференции в цифровых приемниках.
7. Отрисовка модулирующего сигнала в системе с шумоподобными сигналами.

### 9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Изучение программно-определяемого радио

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для

Согласована на портале № 68335

индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Согласована на портале № 68335

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.
**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.
**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 68335

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 4 от «28» 11 2019 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ТОР | С.И. Богомолов | Согласовано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c |
| Заведующий обеспечивающей каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |
| Декан ЗиВФ | И.В. Осипов | Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТОР | Д.А. Покаместов | Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9 |
| Заведующий кафедрой, каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. РСС | Э.В. Семенов | Разработано, 939a637f-4814-47d4-a9c2-785d44cc0e9d |

Согласована на портале № 68335